

立体トラス型ジベルを用いた鋼板・コンクリート合成はりの疲労強度

九大工学部 学生員○土井 至朗 李 京東
 九大工学部 正 員 太田 俊昭 日野 伸一
 九大工学部 学生員 李 重桓

1. まえがき

近年、道路交通量の急速な増加に伴い、橋梁のRC床版の損傷度が急速に増大する傾向にあり、その強度と耐久性を向上させることが重要な課題となってきた。一方、現場施工の省力化の観点から、従来のRC床版にかわって、コンクリートと薄鋼板を一体化した合成床版が用いられることが多くなってきており、この種の床版の開発研究も活発に行われてきた。

本研究は、このような各種の合成床版のうち、図-1に示すような鋼板をトラス状に打ち抜き、曲げ加工したジベルを用いて製作したピラミッド状の立体トラス型ジベル（以下TSCと略称する）を用いた合成版を対象とし、その疲労性状の解明を目的とした合成はりの疲労実験を行い、得られたS-N曲線および変形挙動から、その疲労性状について検討を加えるものである。

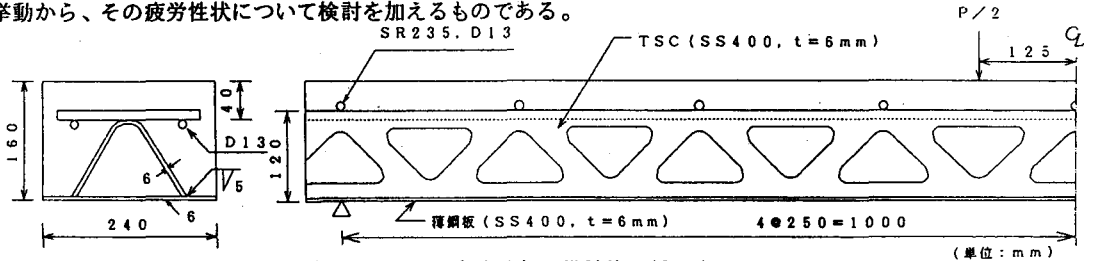


図-1. TSC合成はりの供試体の断面諸元

2. 合成はりの疲労実験

(1) 実験概要

試験に用いた供試体は、図-1に示すようなスパン200cmの、長方形断面のTSC合成はり、合計6体である。ここで、ジベルは鋼板をレーザーで打ち抜いて形成し、底部鋼板およびジベルは規格鋼板(SS400、板厚:6.0mm)を用いた。

表-1に用いた鋼材の力学的性質を、表-2に試験概要を示す。なお、コンクリートとしては、 $W/C=40\%$ 、 $s/a=40\%$ の普通セメントを使用した。載荷方法は、図-1に示すように単純支持下での中央2点線載荷による一方向曲げ試験とし、速度は2-3Hzの片振り正弦波とした。繰り返し最小荷重は、死荷重載荷時の底鋼板応力度 400 kg/cm^2 に相当する $4t$ とした。データ収集は疲労試験中、任意の回数を繰り返した後、一旦試験機を止めて静的載荷を行った。

(2) 結果および考察

以上のTSC合成はり供試体の破壊形式は、6体ともすべてトラス型ジベル脚部の溶接点付近における底部鋼板の脆性破壊であった。これは、①曲げ引張、②せん断力、③トラス脚部付近の応力集中の3要因が連

表-1 鋼材の力学的性質

鋼 材	降伏点応力度 (kgf/cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 (kgf/cm^2)
鋼板(6.0mm)(SS400)	3130	5140	2.02×10^6
丸鋼($\phi 13$)(SR235)	2690	4360	2.04×10^6

表-2 試験概要

供試体	荷重 P (t)		繰り返し回数 (疲労寿命)	コンクリートの圧縮強度 (kg/cm^2)
	$P_{\max}$	$P_{\min}$		
H-1	11.0	4.0	1,120,000	480
H-2	15.0	4.0	250,000	471
H-3	13.0	4.0	1,030,000	483
H-4	10.5	4.0	1,500,000	458
H-5	14.0	4.0	150,000	462
H-6	12.0	4.0	200,000	464

成したために生じたものと考えられる。また、鋼板の疲労強度（応力振幅） $f_{sr} (= \sigma_{sr} / (1 - \sigma_{min} / f_{su}))$ 、ここに、 $\sigma_{sr} = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ ：繰り返し応力振幅、 f_{su} ：鋼板の引張強度）と疲労寿命 N との関係を求め、図-2のS-N曲線を示す。ここで、実線は最小2乗法より求めた平均の、また破線は95%非破壊確率によるS-N曲線である。これより、鋼種SS400を用いた本合成はりの平均S-N曲線式は

$$\log f_{sr} = 4.411 - 0.2097 \log N \quad (1)$$

（相関係数 $r = -0.530$ ）

になり、200万回疲労強度として1250 kg/cm²が得られる。TSC合成はりの設計疲労強度を95%非破壊確率で平均応力によらず応力振幅のみに支配されると規定すれば、1050 kg/cm²となる。

3. 繰り返し荷重下の鋼板応力推定

TSC合成はりの底部鋼板の処外載荷から破壊回数付近までの履歴ループの1例を図-3に示す。図より、繰り返し回数が増加するにつれ、残留ひずみが増加しながら履歴ループの傾きがわずずつ低減していることがわかる。既に、著者らは繰り返し荷重下における鋼板応力の簡易推定式を提案したが¹⁾、図-4はそれを繰り返し荷重レベルの大きさの影響を実験結果から補完した修正モデル図である。修正推定式を式(2)に示す。

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{max} - M_0}{M_{max} + \xi M_0} \cdot \frac{M_r}{W_1} \quad (2)$$

ここに、 $\xi = -1.229 + 0.254(M_{max}/M_0)$

W_1 ：断面係数（引張抵抗無視）

式(2)による計算値と実験値の比較を図-5に示す。ここで、実線は式(2)による計算値で、○、●印はそれぞれ平均および最大の応力振幅の実験値である。これより、繰り返し荷重下における底部鋼板の応力振幅は、式(2)の推定式で十分評価できるといえる。

〔参考文献〕1) T.Ohta, S.Hino and K.D.Lee : Fatigue Behavior of Steel Plate-Concrete Composite Beams with Pyramidal Shear Connectors, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University, Vol.52, No. 3, September 1992

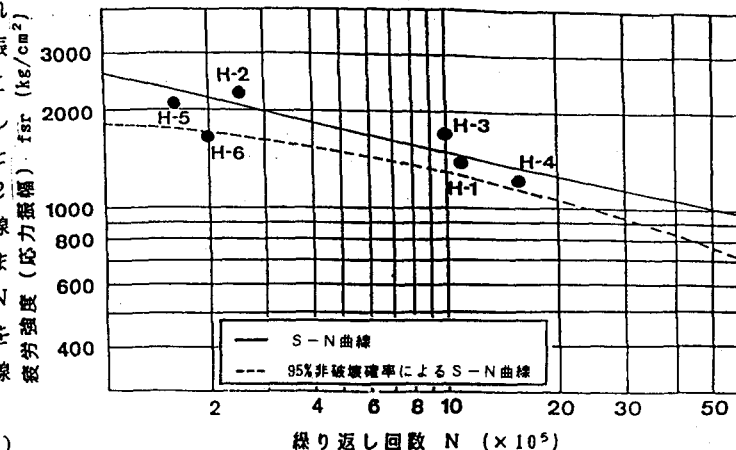


図-2 S-N曲線

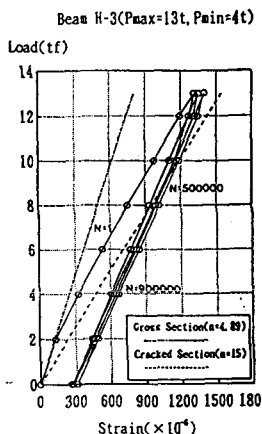


図-3 底鋼板の履歴ループ

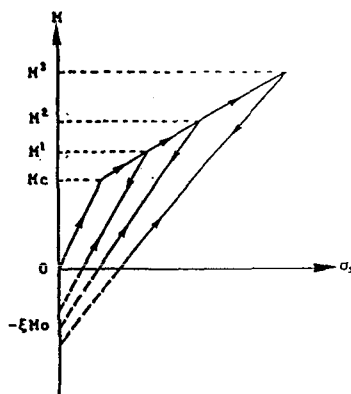


図-4 修正モデル図

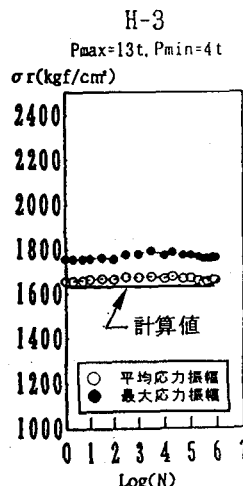


図-5 計算値と実験値の比較